



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
FACULDADE DE ENGENHARIA MECÂNICA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA MECÂNICA**

**FERRAMENTA DIGITAL E SUAS APLICAÇÕES PARA GERENCIAMENTO
DA ETAPA DE COMISSIONAMENTO DE PROJETOS**

Júlia Vitória Ribeiro Dos Santos

**UBERLÂNDIA
2023**

JÚLIA VITÓRIA RIBEIRO DOS SANTOS

**FERRAMENTA DIGITAL E SUAS APLICAÇÕES PARA GERENCIAMENTO DA
ETAPA DE COMISSIONAMENTO DE PROJETOS**

Trabalho de conclusão de curso apresentado a
Universidade Federal de Uberlândia (UFU),
como requisito para a obtenção do diploma de
Graduação em Engenharia Mecânica.

Orientador: Prof. Dr. Luciano José Arantes

**UBERLÂNDIA
2023**

JÚLIA VITÓRIA RIBEIRO DOS SANTOS

Banca examinadora da monografia da disciplina projeto de conclusão de curso de Júlia Vitória Ribeiro dos Santos apresentada à Faculdade de Engenharia Mecânica da Universidade Federal de Uberlândia, em junho de 2023.

Aprovado em 30 / 06 / 2023

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Luciano José Arantes, Universidade Federal de Uberlândia

Profa. Dra Rosenda Valdes Arencibia, Universidade Federal de Uberlândia

Prof. Dr. Leonardo Rosa Ribeiro da Silva, Universidade Federal de Uberlândia

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente à minha família, pela oportunidade e apoio ao longo desses anos, em especial aos meus pais, a minha madrasta e ao meu avô, Wilson Ribeiro, que já se foi, mas que sempre me motivou a seguir os melhores caminhos, desde criança.

A todos os meus amigos de Patrocínio e todos os que conquistei em Uberlândia ao longo da graduação. Ao Plínio Neto, por toda força, carinho, compreensão e parceria nos momentos mais desafiadores da graduação.

E, por fim, aos meus professores da graduação em especial ao meu orientador Prof. Dr. Luciano José Arantes e meus gestores do estágio, por todo conhecimento transmitido.

RESUMO

Projetos são desenvolvidos e executados diariamente em inúmeros ramos. Em ambientes fabris, novas tecnologias são implantadas para atendimento da produção, sendo necessária uma etapa no gerenciamento do projeto para testes e validações dos equipamentos, essa chamada de comissionamento. Devido à alta quantidade de informações e certificações geradas nessa fase, faz-se necessário o uso de aplicação e ferramentas a fim de garantir a eficiência das execuções das atividades, organização e centralização de informações e documentações, colaboração e comunicação online entre as equipes do projeto, gestão das tarefas e rastreamento para resolução dos desvios. Com isso, demonstrou-se um exemplo de projeto com implantação de novas tecnologias e equipamentos para aumento de produção e apresentada uma plataforma interativa de operabilidade *on-line* e *off-line* para usuários do projeto e suas ferramenta que são projetadas para melhorar a eficiência, comunicação, e a qualidade da etapa do comissionamento, além de garantir os prazos e otimizar as buscas de informações dos ativos.

Palavras-Chave: Projetos. Gerenciamento do Projeto. Comissionamento. Aplicação. Ferramenta. Plataforma

ABSTRACT

Projects are developed and executed daily in countless industries. In manufacturing environments, new technologies are deployed to meet production, which requires a commissioning phase in project management, in which tests and equipment validations are performed. Due to the high amount of information and certifications generated in this phase, it is necessary to use an application, in order to ensure the efficiency of the execution of activities, centralization of information, collaboration between the project teams, task management, and tracking for the resolution of deviations. With this, an example of a project was demonstrated with the implementation of new technologies and equipment to increase production. To this end, an interactive platform of online and offline operability was presented for project users and its tools, which are designed to improve the efficiency, communication, and quality of the commissioning stage, in addition to ensuring deadlines and optimizing searches for asset information.

Keywords: Project. Project Management. Commissioning. Application. Tool. Platform.

LISTA DE SIGLAS

AWP – *Advanced Work Packaging*

CWA's – *Construction Work Area*

WBS – *Work Breakdown Structure*

EAP - *Estrutura Analítica de Projeto*

PMBOK - *Project Management Body of Knowledge*

P&ID's - *Piping and Instrumentation Diagram/Drawing*

HVAC - *Heating, Ventilating and Air Conditioning*

SPCI – *Prevenção e Combate a Incêndios*

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Contexto de Iniciação de Projetos.	12
Figura 2- Ciclo de vida do projeto.	14
Figura 3- Exemplo de EAP para construção de uma casa nova.	16
Figura 4– Representação de aplicação da metodologia CWA para uma construção de casa.	17
Figura 5 - Etapas da fase de comissionamento.	21
Figura 6 - CWA's do projeto	22
Figura 7 - Layout do navegador.	23
Figura 8 - Layout do <i>tablet</i>	23
Figura 9 - Gerenciador de ativos e TAG's.	25
Figura 10 - <i>Checklist</i> de Completação Mecânica (Ensacadeira)	26
Figura 11 - <i>Checklist</i> de Pré-Comissionamento (Ensacadeira)	27
Figura 12 - <i>Checklist</i> de Comissionamento (Ensacadeira).	28
Figura 13 - Página de criação de <i>punchlist</i>	29
Figura 14 - Lista geral de pendências	30
Figura 15 - <i>Dashboard</i> de acompanhamento da fase de comissionamento	31

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Sistema instalações prediais e seus subsistemas	24
Tabela 2 - Sistema produção de amido e seus subsistemas.....	24
Tabela 3 - Sistema docas de carregamento e seus subsistemas.....	24
Tabela 4 - Sistema HVAC e seus subsistemas	24
Tabela 5 - Sistema água de resfriamento e seus subsistemas.....	24
Tabela 6 - Sistema SPCI e seus subsistemas	25
Tabela 7 - Sistema energia elétrica e seus subsistemas	25

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	11
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	11
2.1 PROJETOS	11
2.2 COMISSONAMENTO DE PROJETOS.....	13
3 ESTUDO DAS ETAPAS DE PROJETO	13
3.1 INICIAÇÃO.....	15
3.2 PLANEJAMENTO.....	15
3.3 EXECUÇÃO.....	17
3.4 MONITORAMENTO E CONTROLE	18
3.5 ENCERRAMENTO	19
4 ETAPA DE COMISSONAMENTO DE PROJETOS.....	19
4.1 <i>MECHANICAL COMPLETION</i> (COMPLETAÇÃO MECÂNICA)	20
4.2 <i>PRE COMMISSIONING</i> (PRÉ-COMISSONAMENTO)	20
4.3 <i>COMMISSIONING</i> (COMISSONAMENTO).....	20
4.4 <i>ASSISTED OPERATION</i> (OPERAÇÃO ASSISTIDA)	21
5 APLICAÇÃO PARA COMISSONAMENTO DE PROJETOS	22
6 ANÁLISE DE RESULTADOS	31
7 CONCLUSÃO.....	32
REFERÊNCIAS.....	34

1 INTRODUÇÃO

O gerenciamento de projetos é uma disciplina que envolve o planejamento, organização, coordenação e controle de recursos para atingir objetivos específicos dentro de prazos e restrições definidas. Ele abrange uma série de atividades inseridas em fases, desde o início do projeto até a sua finalização, com o objetivo de garantir que o projeto seja concluído com sucesso.

No gerenciamento de projetos, a etapa de comissionamento ocorre geralmente na fase de encerramento. Ele envolve a realização de testes e inspeções detalhadas em todos os sistemas e subsistemas do projeto para garantir que eles estejam instalados corretamente, funcionando conforme projetado e atendendo aos padrões e especificações quanto à segurança, normas e requisitos estabelecidos.

O objetivo do comissionamento no gerenciamento de projetos é garantir que a instalação seja entregue com qualidade, funcionando corretamente e pronta para operação.

Segundo Nascimento (2014), é nessa fase do projeto que ocorrerá a validação de tudo o que foi realizado, desde a idéia da criação do empreendimento até a sua conclusão, para que ao final da implementação do projeto tudo que foi previsto seja consolidado

Para tanto são utilizados os aplicativos para comissionamento de projetos que têm como objetivo auxiliar no gerenciamento e execução eficiente das atividades de comissionamento. Eles oferecem uma série de recursos tais como, centralização das informações em um único lugar, colaboração entre as equipes envolvidas, gestão de prazos e atividades, acompanhamento e resolução de problemas e criação de relatórios.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Projetos

O Termo Projeto, de acordo com o PMBOK 6ª Ed. (*Project Management Body of Knowledge*), significa um esforço temporário que tem como finalidade um resultado único e possui recursos delimitados.

Projetos são realizados para cumprir objetivos através da produção de entregas. Um objetivo é definido como um resultado a que o trabalho é orientado, uma posição estratégica a ser alcançada ou um propósito a ser atingido, um produto a ser produzido ou um serviço a ser realizado. Uma entrega é definida como qualquer produto, resultado ou capacidade único e verificável, que deve ser produzido para concluir um processo, fase ou projeto (GUIA PMBOK, 2017).

Projetos vêm sendo realizados desde os primórdios da civilização. A construção das Pirâmides do Egito, depois de 2780 a.C. (VICENTINO, 1997), por exemplo, foi um grande projeto. Além disso, projetos, têm sido planejados e executados pelas organizações para criar produtos/serviços e introduzir mudanças e inovações em seus processos (MARTINS, 2003).

Figura 1 - Contexto de Iniciação de Projetos.



(Fonte: Project Management Institute, 2017).

Um projeto pode ser social, cultural, industrial de pesquisa, entre outros. Em alguns ambientes, o termo pode representar um empreendimento, investimentos, obras de construção civil, desenvolvimento de um novo produto e até a implantação de novas tecnologias.

Ademais, há projetos de expansão de áreas produtivas, comuns em setores industriais. Conforme descrito no Guia PMBOK (2017), as mudanças nas operações

organizacionais ou de negócios podem ser objeto de um projeto, especialmente quando houver mudanças significativas nas operações de negócio resultantes da entrega de um novo produto ou serviço. As operações contínuas estão fora do escopo de um projeto, entretanto, há pontos de interseção onde as duas áreas se cruzam.

2.2 Comissionamento de projetos

A etapa de comissionamento pode ser inserida na fase de execução para projetos de menor complexidade, entretanto, para projetos maiores é fundamental a criação da fase de comissionamento. Nessa etapa, é necessário um conjunto de atividades a serem realizadas para garantir o funcionamento pleno dos ativos desde a instalação até a operação de todo o sistema integrado do projeto.

O comissionamento deve ser abordado na fase de detalhamento, pois, é nela que é especificada desde a menor peça ou parte do projeto até a sua sequência final de montagem dos conjuntos, além dos testes que deverão ser realizados (NASCIMENTO, 2014).

Segundo a ScottMadden (2009), o Comissionamento é entendido como uma fase do ciclo de vida do projeto, onde ocorre a certificação, os testes de operabilidade dos equipamentos, a partida, a certificação da estabilidade da eficiência operacional e a manutenção das entregas dos documentos de projeto.

Em outras palavras, as atividades de Comissionamento têm como finalidade principal afiançar a transferência da unidade de construtor para o proprietário de modo sistemático e garantido, avaliando sua operabilidade em termos de execução, confiabilidade e rastreabilidade de elementos empregados. Deve-se ter em mente que um projeto/empreendimento só será validado se, ao longo de sua implementação, a verificação do escopo de componentes/equipamentos foi devidamente realizada e registrada, pois somente com essa garantia será possível obter a assinatura do Termo de Aceitação (NASCIMENTO, 2014).

3 ESTUDO DAS ETAPAS DE PROJETO

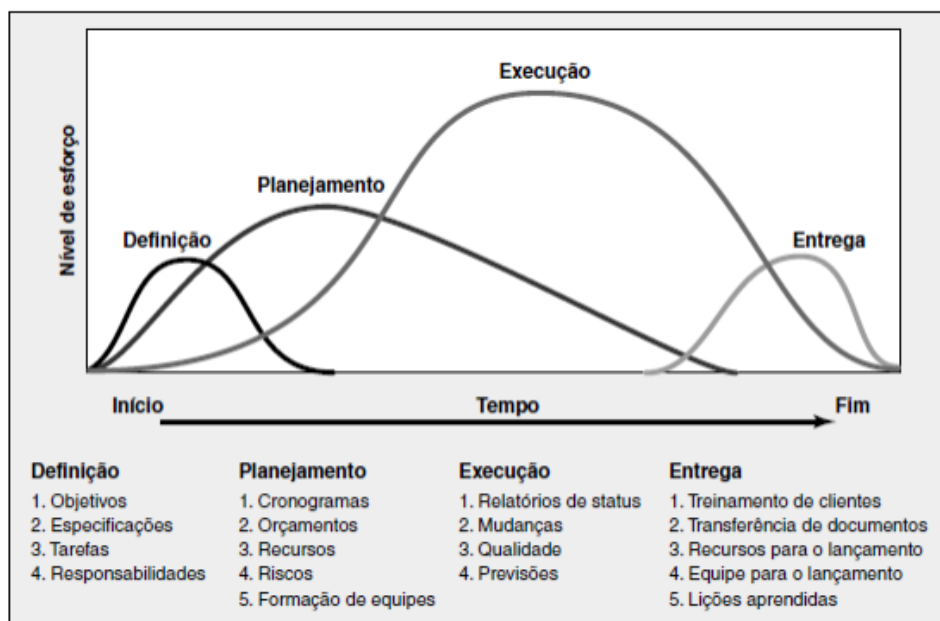
Cada projeto possui um ciclo de vida, com início e fim, portanto devem ser definidas as fases do projeto até sua conclusão. A partir disso, é possível estruturar as

tarefas essenciais para conclusão de cada fase e utilizar aplicações de metodologias de gerenciamento de projetos.

Há diferentes modelos de ciclos de vida na literatura de gerenciamento de projetos. Muitos são únicos para indústrias específicas ou tipo de projeto. Por exemplo, o projeto para o desenvolvimento de um novo tipo de software deve consistir em cinco fases: definição, design, criação do código, integração/teste e manutenção. O ciclo de vida de um projeto passa comumente por uma sequência em quatro fases: definição, planejamento, execução e entrega (GRAY; LARSON, 2009).

Para definição da quantidade de fases, é fundamental uma análise preliminar do nível de complexidade do projeto. Posteriormente, é possível determinar um conjunto de atividades a serem realizadas para finalização e conclusão de cada ciclo definido.

Figura 2- Ciclo de vida do projeto.



(Fonte: GRAY; LARSON, 2009).

Segundo Gray e Larson (2009), o ciclo de vida é utilizado por alguns grupos para descrever a distribuição de tempo para tarefas mais importantes durante um projeto. Desse modo a equipe de design deve planejar um maior comprometimento de recursos durante o estágio de definição, enquanto a equipe de qualidade deverá esperar que seus esforços aumentem durante os estágios finais do ciclo de vida do projeto.

Para um projeto complexo de expansão produtiva em fábricas envolvendo construção civil até implantação de novos equipamentos e tecnologias para o aumento

da produtividade, o ciclo de vida deve ser estruturado e dividido em várias etapas, de maneira a obter parâmetros assertivos de controle e que conseqüentemente, serão fundamentais para mitigação dos riscos e tomadas de decisões.

A partir das ferramentas e conhecimentos do gerenciamento de projetos, pode-se dividir um projeto em etapas geralmente definidas como: iniciação, planejamento, execução, monitoramento e controle e encerramento.

3.1 Iniciação

A fase de iniciação é constituída pelos processos necessários de autorização para início do projeto. Nessa fase, são discutidas as razões e objetivos principais para a realização do projeto para, posteriormente, realizar a análise de viabilidade, alternativas e investimento de implantação.

A documentação dessa decisão também contém uma descrição básica do escopo do projeto, das entregas, da duração do projeto e uma previsão dos recursos para a análise de investimentos da organização. A descrição inicial do escopo e os recursos que a organização está disposta a investir passam por um refinamento adicional durante o processo de iniciação (GUIA PMBOK, 2017).

Além disso, é fundamental a realização do estudo de viabilidade econômica do projeto, chamado de *Business Case*. Nesse estudo, são avaliados e documentados os objetivos, razões e finalidades para o qual é necessária a abertura e iniciação do projeto. A ferramenta 5W2H, que é um *checklist* que transforma em ações práticas toda a análise e a formulação de estratégias idealizadas para um plano de ação e pode ser utilizada como metodologia e auxílio para essa avaliação.

É a partir dos objetivos estruturados na fase de iniciação, que as tomadas de decisões ao longo do projeto serão tomadas, de tal forma a garantir que as expectativas sejam alcançadas.

3.2 Planejamento

O planejamento, segundo Vargas (2009), é a fase responsável por detalhar tudo aquilo que será realizado pelo projeto, incluindo cronogramas, interdependências entre atividades, alocação dos recursos envolvidos, análise de custos, etc., para que, no final

dessa fase, ele esteja suficientemente detalhado para ser executado sem dificuldades e imprevistos. Nessa fase, os planos de escopo, tempo, custos, qualidade, recursos humanos, comunicações, riscos e aquisições são desenvolvidos.

Além disso, na fase de planejamento, pode-se utilizar a ferramenta *Work Breakdown Structure* (WBS) do português, Estrutura Analítica de Projeto (EAP), que visa decompor o escopo do projeto em pacotes, para que se torne visual e hierárquico todos os entregáveis do projeto. Além disso, através dessa ferramenta, a orientação do planejamento, o entendimento da equipe sobre suas responsabilidades e os possíveis riscos e desvios em cada fase se tornam claras.

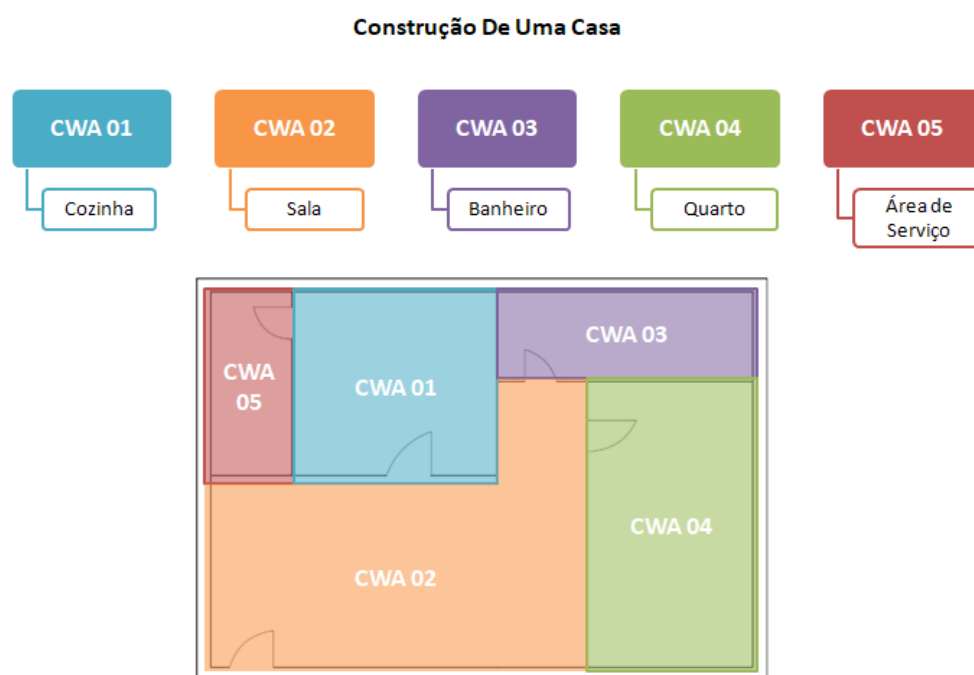
A partir da EAP bem definida, a criação do cronograma se torna apenas uma tarefa de decomposição dos pacotes em atividades e prazos para cada responsável ou equipe.

Figura 3- Exemplo de EAP para construção de uma casa nova.



Ademais, em alguns projetos de construção, é utilizada a metodologia *Construction Work Area* (CWA) para divisão do escopo de áreas da planta, onde cada CWA é uma divisão geográfica da planta desenvolvida, e devem ser limitadas fisicamente de maneira estratégica. Essa metodologia pode ser utilizada ainda na fase de planejamento, como ferramenta para construção da EAP.

Figura 4– Representação de aplicação da metodologia CWA para uma construção de casa.



3.3 Execução

O grupo de processos de execução é constituído pelos processos usados para terminar o trabalho definido no plano de gerenciamento do projeto a fim de cumprir seus requisitos.

A equipe do projeto deve determinar quais são os processos necessários para o subprojeto, específico de cada equipe. Este grupo de processos envolve a coordenação das pessoas e dos recursos, além da integração e da realização das atividades do projeto de acordo com o plano de gerenciamento do mesmo. O referido grupo também aborda o escopo definido na declaração do escopo do projeto e implementa as mudanças aprovadas (GUIA PMBOK, 2017).

Segundo Candido e colaboradores (2012, p.18), são atividades típicas desse processo:

- a) Gerenciamento da execução;
- b) Distribuição de informações;
- c) Garantia da qualidade;
- d) Solicitação das propostas de fornecedores;
- e) Controle dos fornecedores;
- f) Controle ou mobilização da equipe;
- g) Desenvolvimento da equipe de projeto.

Na fase de execução, as atividades mapeadas no cronograma, estruturado na fase de planejamento, devem ser realizadas por um responsável ou time de cada disciplina, e devem possuir habilidades e desenvolvimento para melhoria e desempenho da execução, de maneira a garantir a qualidade estabelecida. Além disso, é necessário o gerenciamento dos contratos com os fornecedores, garantindo os acordos financeiros e prazos contratados.

Todo esforço planejado e o orçamento são consumidos nessa fase, por isso, qualquer erro cometido nas fases anteriores fica evidente na etapa de execução.

3.4 Monitoramento e controle

A fase de monitoramento e controle é aplicada desde o início até o encerramento do projeto e é fundamental para tomada de decisões corretivas de imprevistos e desvios que impactam diretamente nos objetivos de entrega do projeto.

É necessário acompanhar o desenvolvimento planejado e real ao longo do ciclo de vida do projeto, para obter dados quanto aos parâmetros de prazo, orçamento, desempenho e qualidade concretos e reais, que serão fundamentais para estruturar planos de ações eficientes. Além disso, a rotina de acompanhamento deve ser recorrente, de modo a aplicar correções o mais rápido possível após a identificação do problema.

No momento de identificação de desvios e possíveis impactos no cronograma, o líder do projeto juntamente com os responsáveis ou equipes de cada disciplina, devem tomar decisões com base em soluções estratégicas para garantir a qualidade e prazo definido. Em situações onde é necessária a mudança no escopo, é importante que todos os envolvidos do projeto estejam de acordo.

Por fim, segundo Candido e colaboradores (2012), o encerramento do projeto pressupõe que todos os contratos firmados durante a execução sejam encerrados formalmente, gerando imediatamente condições para a avaliação de desempenho, realizada de acordo com métricas preestabelecidas. Os registros das ocorrências vivenciadas no projeto permitem a elaboração de um histórico que contribui para ampliar o know-how da organização. Esse procedimento viabiliza a atualização dos sistemas gerenciais e administrativos para fortalecer futuros projetos.

3.5 Encerramento

Finalmente na etapa de encerramento, vê-se a realização de auditorias, avaliações de qualidade, termos de aceite, entre outros requisitos para entrega do projeto. Além disso, em projetos de indústrias, pode ser necessária a transferência de conhecimentos de novas tecnologias implantadas, por exemplo, para o time de produção e/ou manutenção.

Ainda, é fundamental realizar uma avaliação dos desvios e imprevistos ocorridos ao longo do projeto e documentá-lo como lições aprendidas, para que sirva de experiência em projetos futuros.

Por fim, deve-se garantir que todos os orçamentos, custos e contratos do projeto estejam finalizados, e a partir disso, é possível traçar uma curva real dos custos planejados e reais ao longo das fases, de modo a obter premissas e demais informações para uso futuro.

4 ETAPA DE COMISSIONAMENTO DE PROJETOS

A etapa de comissionamento pode ser definida como o conjunto de atividades e procedimentos que, aplicados em uma indústria ou nova área de produção, visa a operação dos equipamentos de acordo com os requisitos estabelecidos.

O Processo de Comissionamento pode ser dividido em etapas, tais como:

- a) *Mechanical Completion* (Completação Mecânica);
- b) *Pre Commissioning* (Pré-Comissionamento);
- c) *Commissioning* (Comissionamento);
- d) *Assisted Operation* (Operação Assistida).

Na fase de comissionamento de um projeto, as etapas de Completação Mecânica, Pré-Comissionamento, Comissionamento e Operação Assistida, assim como os pacotes de cada disciplina (civil, arquitetura, mecânica, elétrica, etc.) podem ser distribuídas por CWA's, definidas na etapa de planejamento do projeto.

Dentro dessas etapas, faz-se uso de vários formulários em formato de *checklist*, visando a validação dos processos. Geralmente, isso é realizado através de um conjunto de documentos impressos, o que dificulta o armazenamento, facilidade de acesso e

perda, por exemplo. Dessa forma, vê-se a necessidade do uso de uma aplicação que compile e digitalize todas essas informações.

4.1 *Mechanical Completion* (Completação Mecânica)

Nessa etapa, é realizado o acompanhamento e avaliação da montagem dos equipamentos e testes específicos, pela equipe ou responsável pelas disciplinas de elétrica, mecânica, automação, civil, instrumentação, entre outras.

Durante a etapa, é registrado um documento através de *checklist*, que será fundamental para aprovação ou reprovação de cada equipamento, de acordo com os requisitos de montagem e testes definidos para essa etapa.

4.2 *Pre Commissioning* (Pré-Comissionamento)

Após a montagem dos equipamentos e aprovação do documento por meio do *checklist*, realizados na etapa de Complementação Mecânica, a equipe de comissionamento deve seguir para a etapa de Pré-Comissionamento.

Nessa etapa, a equipe ou responsável por cada disciplina deverá realizar a identificação de todos os equipamentos e a identificação do status daqueles que estão energizados, montados e testados.

A energização dos ativos é fundamental nessa fase e deve ser realizada conforme especificação dos fabricantes e normas estabelecidas para cada equipamento.

Assim como na etapa de Completação Mecânica, é aplicado um *checklist* para aprovação ou reprovação de cada ativo, conforme parâmetros de operação definidos.

4.3 *Commissioning* (Comissionamento)

Após a aprovação da etapa de Pré Comissionamento, o projeto segue para a etapa de Comissionamento.

Nessa etapa, é necessária a realização de identificação por TAG e cadeados que sinalizem os equipamentos energizados e em teste. Além disso, devem-se operar os

equipamentos em grupos integrados e seus componentes, conforme condições de processo e operação definidos.

Ademais, para os testes em grupos integrados, é necessária primeiramente, a realização do comissionamento a frio, ou seja, os sistemas são testados em vazio ou com água. Posteriormente, é feito o comissionamento a quente, com cargas específicas.

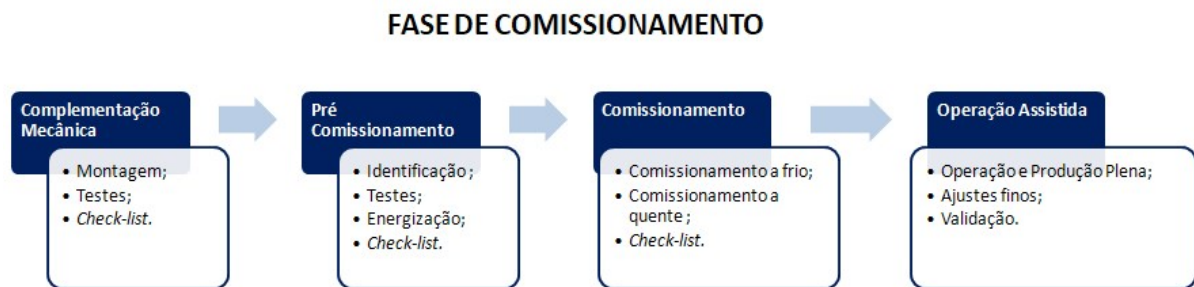
Ao final dessa etapa, a validação do ideal funcionamento e resultados de operação e produção de cada linha e sistemas integrados, são formalizados novamente através de *checklist* preenchidos pela equipe especializada.

4.4 *Assisted Operation* (Operação Assistida)

Por fim, na etapa de Operação Assistida, é realizada a conferência e ajustes finos nos parâmetros de processo e operação até a estabilidade das linhas de produção e atendimento quanto ao funcionamento pleno dos equipamentos.

Ao final, conforme realizado em todas as etapas, a validação e aplicação dos *checklist* é finalizada e documentada para o encerramento do projeto.

Figura 5 - Etapas da fase de comissionamento.



Ao final de cada etapa, é possível a ocorrência de reprovação de alguns equipamentos quanto ao não atendimento dos requisitos definidos para início da próxima etapa. Sendo assim, é necessário documentar os desvios e conflitos ocorridos, para conclusão dentro dos prazos estabelecidos.

Para cada etapa descrita, são divididos os pacotes de comissionamento, geralmente em disciplinas (mecânica, civil, elétrica, automação) para construções, onde cada pacote contém ativos a serem testados.

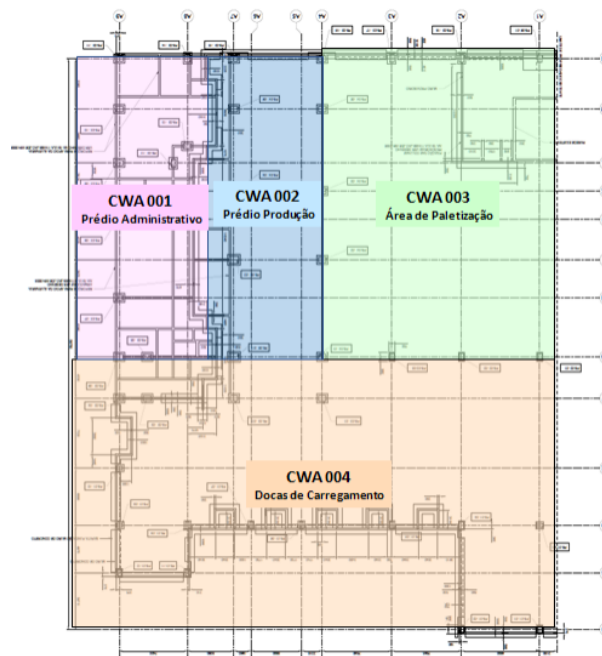
5 APLICAÇÃO PARA COMISSIONAMENTO DE PROJETOS

A plataforma tem como objetivo centralizar os documentos técnicos dos equipamentos, P&ID's, pendências geradas, aplicação dos *checklists* de cada etapa e validações de segurança, em resumo, a gestão da informação para documentos de comissionamento.

Para melhor visualização, supõe-se um estudo de caso acerca de um projeto de nova área de produção em uma indústria, onde serão implementados novos equipamentos e tecnologias para melhoria dos processos, visando o aumento da produtividade.

Para esse projeto, será aplicada a metodologia *Advanced Work Packaging* (AWP), como melhoria no detalhamento dos pacotes e atividades de planejamento ao longo do ciclo de vida. Ademais, toda a área a ser construída será dividida geograficamente por meio do recurso de Construction Work Area (CWA's).

Figura 6 - CWA's do projeto



Inicialmente, é necessário que todos os ativos a serem comissionados estejam inseridos na plataforma, pois é a partir deles que todas as aplicações serão criadas. Além disso, os acessos são através de aplicativo disponível para *tablets* e pelo *navegador*.

Figura 7 - Layout do navegador

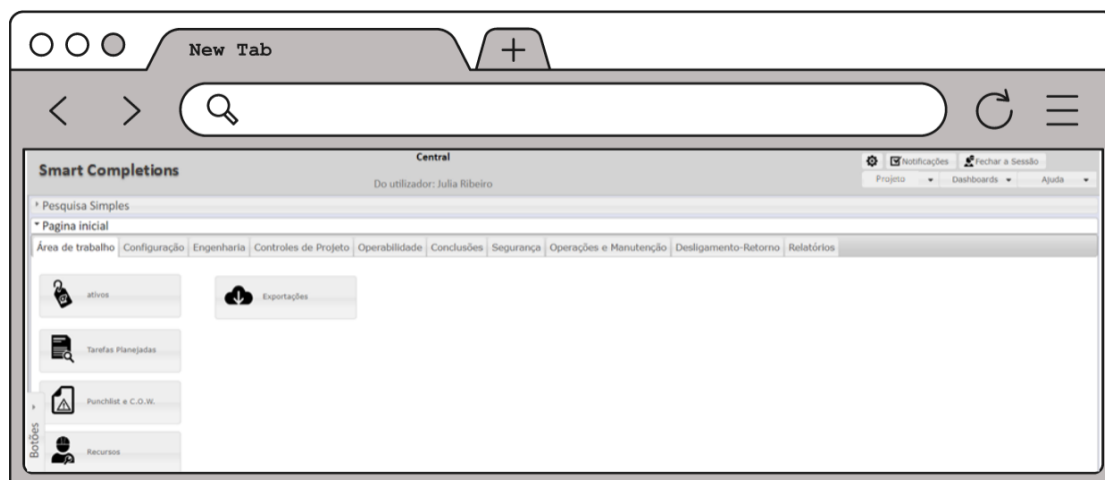
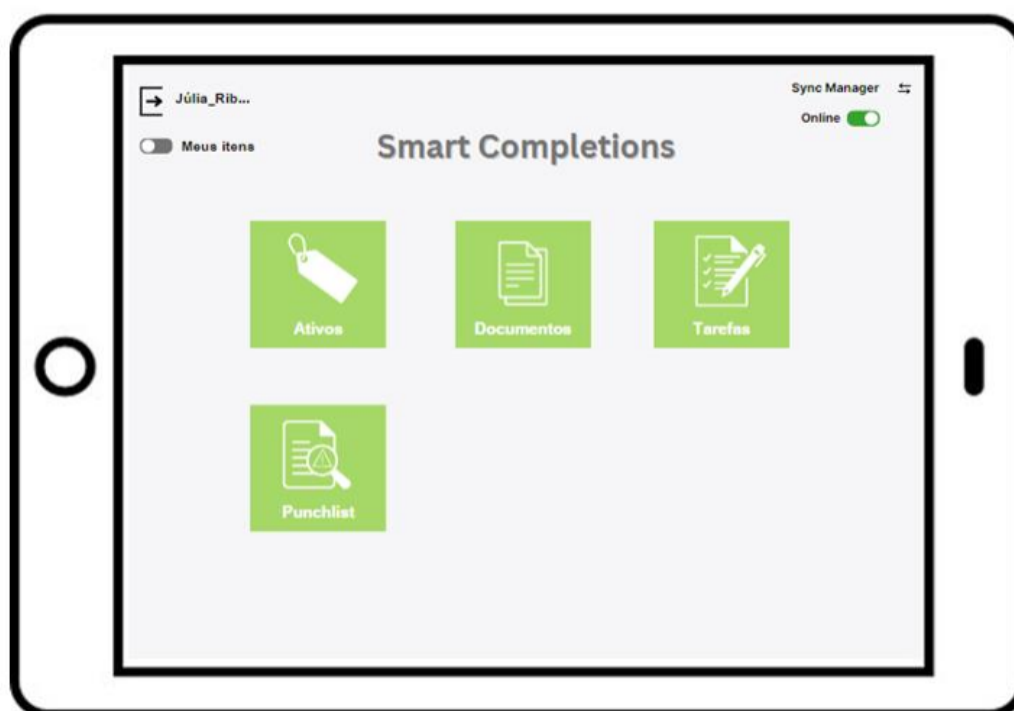


Figura 8 - Layout do *tablet*



Os ativos são nomeados por meio de TAG's e estão inseridos geograficamente em uma CWA e subdivididos em um sistema e subsistema. Essa divisão é realizada de maneira que um sistema e subsistema possuam todos os equipamentos de acordo com sua definição técnica.

Tabela 1 - Sistema instalações prediais e seus subsistemas

SWP.01 - Instalações Prediais	
Subsistemas	
SWP.01.IP.001	Sala de Logística
SWP.01.IP.002	Sala de Controle
SWP.01.IP.003	Sala de Reunião
SWP.01.IP.004	Acessos Gerais
SWP.01.IP.005	Sala de Paramentação
SWP.01.IP.006	Banheiros

Tabela 2 - Sistema produção de amido e seus subsistemas

SWP.02 - Produção Amido	
Subsistemas	
SWP.02.PA.001	Alimentação Amido
SWP.02.PA.002	Ensaque Amido
SWP.02.PA.003	Paletização Amido

Tabela 3 - Sistema docas de carregamento e seus subsistemas

SWP.03 - Docas de Carregamento	
Subsistemas	
SWP.04.DC.001	Portas Rápidas
SWP.04.DC.002	Niveladoras
SWP.04.DC.003	Trava Rodas

Tabela 4 - Sistema HVAC e seus subsistemas

SWP.04 - HVAC	
Subsistemas	
SWP.05.HV.001	Unidade de Tratamento de Ar
SWP.05.HV.002	Insuflamentos
SWP.05.HV.003	Exaustão
SWP.05.HV.004	Climatização

Tabela 5 - Sistema água de resfriamento e seus subsistemas

SWP.05 - Água de Resfriamento	
Subsistemas	
SWP.06.AR.001	Conjunto Alimentação Unidades Hidráulicas (Bombas, Tanques e Chillers)

Tabela 6 - Sistema SPCI e seus subsistemas

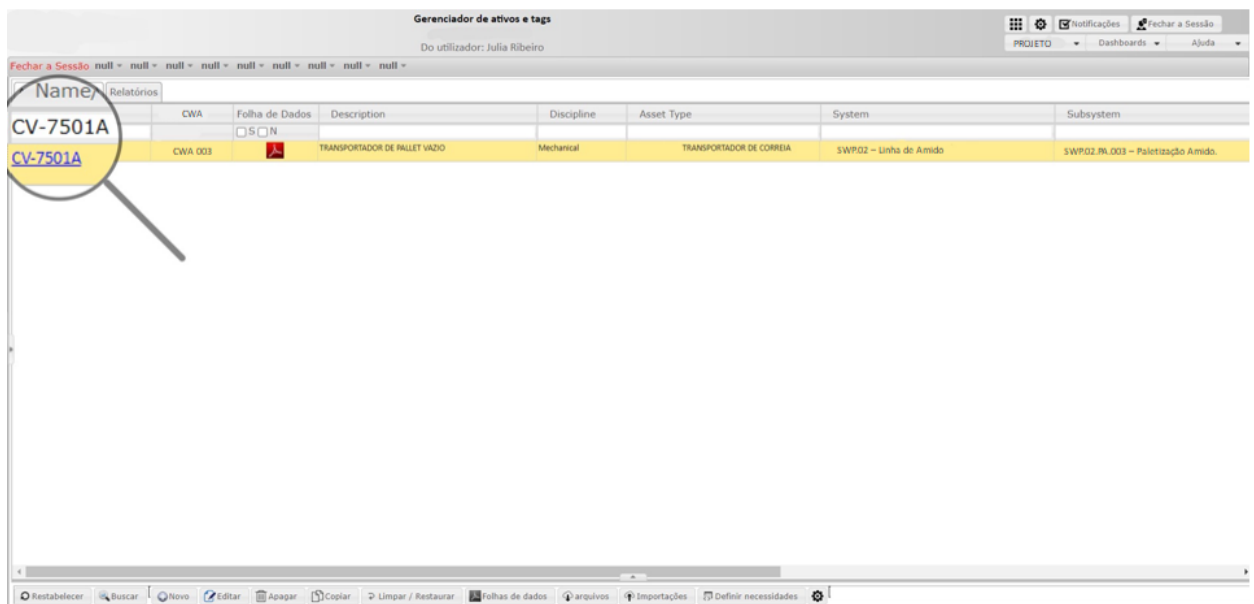
SWP.06 - SPCI	
Subsistemas	
SWP.07.SP.001	Sistema de Detecção de Incêndio

Tabela 7 - Sistema energia elétrica e seus subsistemas

SWP.07 - Energia Elétrica	
Subsistemas	
SWP.08.SP.001	CCM - Centro de Controle de Motores
SWP.08.SP.002	Produção Amido
SWP.08.SP.003	Ensaque Amido
SWP.08.SP.004	Paletização
SWP.08.SP.005	Docas
SWP.08.SP.006	Iluminação
SWP.08.SP.007	Salas ADM

Como exemplo dessa distribuição, uma esteira transportadora de pallet, estará geograficamente na CWA 003 - Área de Paletização, possuirá a TAG CV-7501A e fará parte do sistema SWP.02 – Linha de Amido e do subsistema SWP.02.PA.003 – Paletização Amido.

Figura 9 - Gerenciador de ativos e TAG's



Depois de inseridos todos os ativos a serem comissionados no projeto, faz-se necessária a inclusão dos *checklists* no aplicativo, para cada ativo e etapas definidas na fase de comissionamento. Além disso, é fundamental a inserção dos documentos e desenhos de cada equipamento, tal como os P&ID's.

Como exemplo, podem-se visualizar três *checklists* a serem aplicados para o equipamento de ensacadeira de amido nas etapas de completção mecânica, pré-comissionamento e comissionamento. Quando um *checklists* de um ativo é aplicado e não gera nenhuma pendência, o status do equipamento para a respectiva fase é alterado automaticamente para concluído e o *checklist* da próxima etapa é liberado para aplicação.

Figura 10 - Checklist de Completção Mecânica (Ensacadeira)

degrau 1	degrau 2	degrau 3
Resumo da Tarefa	Completção	arquivos
<p>Forma Inteligente</p>		

CHECKLIST COMPLETAÇÃO MECÂNICA

T-00002-0001
ENSACADEIRA - Completção Mecânica
Field Installation Check
CW-7508

Phase:	Phase	Stage:	Mechanical Completion
Project:		Project No:	001
Area:		Location:	
System Ref:		System:	Linha de Amido
Sub-System Ref:		Sub-System:	Palletização Amido
Tag No:	CW-7508	Work Scope:	
Tag Type:	MHI_ES - MHI_ENSACADEIRA	Tech Specs:	
Tag Description:	BALANÇA #1 (CHECAGEM PESO)		
Drawing No:	10101-1EUA-7000-013, 10202-1EUA-7000-002, 10305-1EUA-7000-004, 10305-1EUA-7000-008, 10305-1EUA-7000-009		
Comments:			

VERIFICAÇÃO INSTALAÇÕES						
Item No.	Step Action	Sim	Não	N/A	Initials / Date	PL
1.1	A maquina esta posicionada de forma que ficará estavel? (Alinhada. altura correta. local sem vibrações)	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	AT / 25-Aug-2022	<input type="checkbox"/>
1.2	A maquina esta fixada ao piso?	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	AT / 25-Aug-2022	<input type="checkbox"/>
1.3	O piso se encontra nivelado?	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	AT / 25-Aug-2022	<input type="checkbox"/>
1.4	Foi removido os parafusos de transporte?	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	AT / 25-Aug-2022	<input type="checkbox"/>
1.5	Célula de carga esta montada corretamente?	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	AT / 25-Aug-2022	<input type="checkbox"/>
1.6	A maquina esta atendendo as especificações de segurança (NR12, botões de emergência)?	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	AT / 25-Aug-2022	<input type="checkbox"/>
1.7	As instalações elétricas estão corretamente instaladas (motores, switches, botões, sensores)?	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	AT / 25-Aug-2022	<input type="checkbox"/>
1.8	A maquina esta aterrada conforme especificação do projeto e/ou fabricante?	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	AT / 25-Aug-2022	<input type="checkbox"/>
Item No.	Step Action	Sim	Não	N/A	Initials / Date	PL
2	Houve participação de outras pessoas na execução do checklist? Se sim, preencher nome e área/função abaixo.	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	AT / 25-Aug-2022	<input type="checkbox"/>
2.1	Nome		Área/Função			

Comments and Observations	
GM (revoke):	

Completed	
I hereby confirm the work has been completed in accordance with contract specified drawings, specifications & standards.	
Accepted By	
Name:	
Title:	Projects - Administrator
Company:	
Date:	27-Sep-2022 17:50

Figura 11 - Checklist de Pré-Comissionamento (Ensacadeira)

degrau 1	degrau 2	degrau 3
Resumo da Tarefa	Completção	Arquivos

Forma Inteligente

CHECKLIST PRÉ-COMISSONAMENTO

T-00042-0001
 ENSACADEIRA - Pré-Comissionamento
 Equipment Test
 CW-7508

Phase:	Phase	Stage:	Precommissioning
Project:		Project No:	001
Area:		Location:	
System Ref:		System:	Linha de Amido
Sub-System Ref:		Sub-System:	Palletização Amido
Tag No:	CW-7508	Work Scope:	
Tag Type:	MHI_ES - MHI_ENSACADEIRA	Tech Specs:	
Tag Description:	BALANÇA #1 (CHECAGEM PESO)		
Drawing No:	10101-1EUA-7000-013, 10202-1EUA-7000-002, 10305-1EUA-7000-004, 10305-1EUA-7000-008, 10305-1EUA-7000-009		
Comments:			

VERIFICAÇÃO INSTALAÇÕES						
Item No.	Step Action	Sim	Não	N/A	Initials / Date	PL
1.1	Ponto zero da máquina esta calibrado?	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	GM / 27-Sep-2022	<input checked="" type="checkbox"/>
1.2	Os sinais de entrada e saída da máquina estão atuando corretamente?	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	GM / 27-Sep-2022	<input checked="" type="checkbox"/>
1.3	O motor esta no sentido correto?	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	GM / 27-Sep-2022	<input checked="" type="checkbox"/>
1.4	Os sensores estão atuando como especificação do fabricante?	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	GM / 27-Sep-2022	<input checked="" type="checkbox"/>
1.5	Os requisitos de NR12 estão sendo seguidos criteriosamente?	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	GM / 27-Sep-2022	<input checked="" type="checkbox"/>
1.6	O CLP apresenta alguma falha?	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	GM / 27-Sep-2022	<input checked="" type="checkbox"/>
1.7	A maquina já esta parametrizada para a quantidade de produtos da linha?	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	GM / 27-Sep-2022	<input checked="" type="checkbox"/>

Comments and Observations

Completed

I hereby confirm the work has been completed in accordance with contract specified drawings, specifications & standards.

Accepted By

Name: _____

Title: Projects - Administrator

Company: _____

Date: 27-Sep-2022 15:21

Revoke

Figura 12 - Checklist de Comissionamento (Ensacadeira)

Área 1	Área 2	Área 3
Resumo da Tarefa	Completção	Arquivos

Forma Inteligente

T-00103-0001
 ENSACADEIRA - Comissionamento
 System Commissioning
 CW-7508

CHECKLIST COMISSIONAMENTO

Phase:	Phase	Stage:	Commissioning
Project:		Project No.:	001
Area:		Location:	
System Ref.:		System:	Linha de Amido
Sub-System Ref.:		Sub-System:	Palletização Amido
Tag No.:	CW-7508	Work Scope:	
Tag Type:	MHI_ES - MHI_ENSACADEIRA	Tech Specs:	
Tag Description:	BALANÇA #1 (CHECAGEM PESO)		
Drawing No.:	10101-1EUA-7000-013, 10202-1EUA-7000-002, 10305-1EUA-7000-004, 10305-1EUA-7000-008, 10305-1EUA-7000-009		
Comments:			

VERIFICAÇÃO INSTALAÇÕES								
Item No.	Step Action	Sim	Não	N/A	Initiate / Date	PL		
1.1	Os produtos são pesados corretamente?	*			GM / 27-Sep-2022	■		
1.2	Os produtos defeituosos são rejeitados?	*			GM / 27-Sep-2022	■		
1.3	A precisão da máquina esta conforme especificação do equipamento e do projeto?	*			GM / 27-Sep-2022	■		
Item No.	Step Action	scs/hr demandado	scs/hr atingido	Sim	Não	N/A	Initiate / Date	PL
1.4	A velocidade de ensaue esta conforme especificação do equipamento e do projeto?	600	600	*			GM / 27-Sep-2022	■
1.5	Os operadores estão treinados o suficiente para a operação?	*					GM / 27-Sep-2022	■
1.6	A IHM (interação homem máquina) apresenta alguma falha? (HMI)	*					GM / 27-Sep-2022	■
1.7	As senhas de supervisão, manutenção e operação estão corretamente configuradas?	*					GM / 27-Sep-2022	■
1.8	O ponto zero da máquina esta atuando de forma correta?	*					GM / 27-Sep-2022	■
1.9	A maquina já esta parametrizada para a quantidade de produtos da linha?	*					GM / 27-Sep-2022	■

Comments and Observations

Completo

Confirmo que o trabalho foi concluído de acordo com os desenhos, padrões e especificações contratados.

Executado por:		Revisor por:		Aceito por:	
Name:		Name:		Name:	
Title:	Projects - Administrator	Title:		Title:	
Company:		Company:		Company:	
Date:	27-Sep-2022 17:53	Date:		Date:	

Reject

Complete


Close

Na aplicação dos *checklists*, quando o ativo não está de acordo com uma das perguntas referidas e ao selecionar a resposta, o aplicador será direcionado para uma página de registro de pendência, onde irá descrevê-la e poderá capturar imagens para visualização.

No registro, é necessário selecionar o responsável por essa pendência, para que o mesmo receba via e-mail as tratativas a serem feitas para que o ativo esteja de acordo e que passe para as atividades da próxima etapa. Além disso, todo usuário pode fazer a gestão de suas pendências, realizando a busca pelo seu nome na lista geral de pendências geradas automaticamente.

Figura 13 - Página de criação de *punchlist*

VERIFICAÇÃO INSTALAÇÕES							
Item No.	Step Action	Sim	Não	N/A	Initials / Date	PL	
1.1	A base do equipamento atende aos requisitos do equipamento? (Dimensão, estrutura, etc.)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	JR / 06-Sep-2022		<input type="checkbox"/>
1.2	O conjunto esta corretamente fixado na base? A base esta alinhada?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	JR / 06-Sep-2022		<input type="checkbox"/>
1.3	Plataforma atende aos requisitos de segurança e manutenção?	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	JR / 06-Sep-2022	PL-00427	<input type="checkbox"/>
1.4	Cobertura atende aos requisitos de projeto?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	JR / 06-Sep-2022		<input type="checkbox"/>
1.5	Inspecão visual do equipamento está de acordo? (integridade, limpeza, etc.)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	JR / 06-Sep-2022		<input type="checkbox"/>
1.6	O motor elétrico atende as especificações de projeto? Sua placa esta condizente com a especificação?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	JR / 06-Sep-2022		<input type="checkbox"/>



Workflow | Originated | **Submitted** | Accepted | Completed | Closed

As-Found Data

Punchlist ID: **PL-00427** | Description: 1.3: Plataforma atende aos requisitos de segurança e manutenção?
 Punchlist Category: NÃO IMPEDITIVA - Não crítica | Punchlist Type: B - Deve ser resolvido na etapa seguinte | Job Category:
 Discipline: Mechanical - Mechanical Engineering | Priority: | Form:
 Action Required: Instalar plataforma de acesso, para mitigação de risco de segurança

Work Breakdown Association

Project: | Phase: 1 - Phase
 Stage: 1.2 - Mechanical Completion | Activity:

Location Association

Systemization? Process Physical Location
 Process Plant: | Process Area: Armário
 System: SWR02 - Produção de Armário | Subsystem: SWR02.PA.002 - Encaixe Armário
 Asset: EX-7520C - DUMPER | Asset Pack:
 Loop: | Task: T-00039-0039 - EXAUSTOR/VENTILADOR - Completação Mecânica

As-Left Data

Action Taken:

Scheduling Data

Responsible Workgroup: | Responsible Company: | Responsible Person: Ribeiro, João
 Workflow Type: | Contract: | On Hold: YES No
 Start Date: 06-Sep-2022 | Due Date: 04-Nov-2022 | Is Exception?: YES No

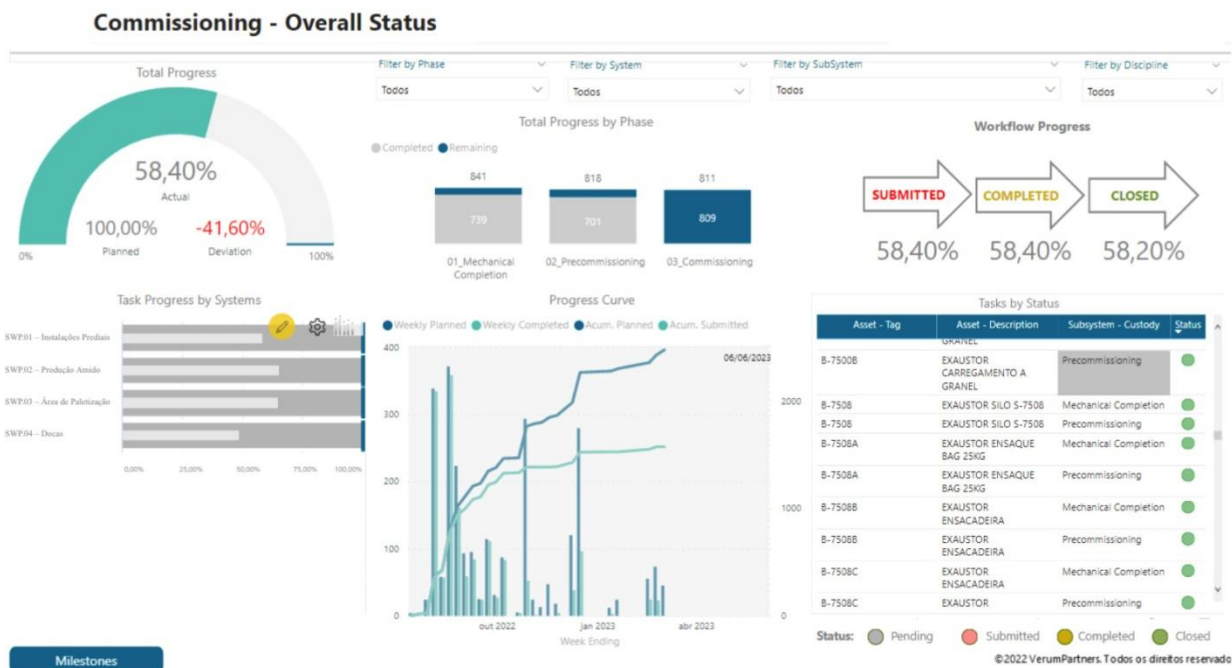
No aplicativo, é possível atribuir tarefas de aplicação de *checklists* para os respectivos responsáveis, sejam estes do time de projetos, produção, manutenção, entre outros. Além disso, é possível obter a visualização de todas as pendências geradas em que cada usuário é responsável pela solução, de maneira a garantir o controle de todas as aplicações previstas para cada etapa da fase de comissionamento.

Figura 14 - Lista geral de pendências

C/O	Status	Punchlist	PDF	Found	Left	Asset Tag	Description	Category	Action Req
	Future	PL-20361				20996-IJB-002	2: Temperature Classification/Gas Group Compliance	3 - Item must be completed prior to Ready for C...	
	Originated	PL-20334				20329-IJB-002	2: Temperature Classification/Gas Group Compliance		
	Past Due	PL-20332					8: MCC Interface's Verified and Tested. (All Signals to be	5 - Item must be completed prior to handover to...	PL from task offline 4/6/2016
	Past Due	PL-20331				AT-4232-0370	10: Flange Type & Rating As Per Data Sheet	4 - Item to be completed prior to the introduct...	Test Ryan PL from task while online 4/6/16
	Past Due	PL-20330				AT-4532-0370	7: IP Rating Suitable For Installation	1 - Item to be completed prior to construction...	Test Ryan Offline Punchlist from SF 4/4/16
	Originated	PL-20328				AT-4302-0370	5: Leakage Class & Sizing As Per Data Sheet	3 - Item must be completed prior to Ready for C...	Test Ryan 4/4/16
	Past Due	PL-20327				AV-4035-2212 1	12: No Missing Parts	2 - Item must be completed prior to Mechanical...	
	Past Due	PL-20326				AV-4035-2212 1	7: IP Rating Suitable For Installation	3 - Item must be completed prior to Ready for C...	
	Past Due	PL-20325				AT-4301-0370	Instrument Tagged As Per Data Sheet Question: Answer:	2 - Item must be completed prior to Mechanical...	Picture upload test 4/7/16
	Past Due	PL-20324				AV-4035-2212 1	10: Flange Type & Rating As Per Data Sheet	3 - Item must be completed prior to Ready for C...	Picture upload test 4/7/16
						AV-4035-2212	4: Temperature	2 - Item must be	

A plataforma, de maneira móvel através dos *tablets*, oferece aos usuários a autonomia de aplicação dos *checklists* em campo. Além disso, o acesso através do navegador possibilita o monitoramento e controle das pendências a serem concluídas, pois através dos dados gerados pela plataforma, é possível criar *dashboards* de acompanhamento da fase.

Figura 15 - *Dashboard* de acompanhamento da fase de comissionamento



6 ANÁLISE DE RESULTADOS

A partir da plataforma apresentada e seus objetivos, ficam evidentes as vantagens da aplicação em ambientes fabris onde projetos de alta complexidade são desenvolvidos e executados diariamente.

Em processos convencionais, é necessária a rotina de impressões e digitalizações de documentos, *checklists* e repasse contínuo de pendências e informações entre os times do projeto. Nesse caso, há uma demanda exorbitante dos funcionários quanto ao tempo gasto em impressões e digitalizações, além de momentos dedicados à passagem de informações e pendências, o que torna um grande fator de impactos no cronograma e prazos do projeto, pois documentos podem se perder e as pendências não serem repassadas para os responsáveis.

É observado também que há uma grande quantidade de papéis que são gerados e descartados no processo tradicional, principalmente em projetos maiores onde há vários equipamentos a serem comissionados e os mesmos possuem desenhos técnicos, folhas de dados, P&ID's, entre outros.

Além disso, após um longo período depois da conclusão do projeto, as documentações e validações do mesmo correm o risco de serem perdidas em servidores

ou até por impressões que não foram digitalizadas antes de serem descartadas, causando impactos futuros em auditorias de segurança, por exemplo. É comum que projetos futuros sejam desenvolvidos como melhoria contínua da construção e a consolidação dos documentos na plataforma facilita a obtenção das informações pelos próximos líderes.

De igual modo, a gestão de documentações em um único ambiente, promove a facilitação de atividades executadas de outras áreas. Para uma tarefa de manutenção preditiva, por exemplo, a busca pelo local, assim como as documentações dos ativos ficam anexadas e o usuário pode realizar uma busca rápida e até anexar outros arquivos, tornando o processo interativo entre as áreas.

É importante ressaltar que há outras plataformas e aplicativos para comissionamento de projetos no mercado, entretanto, são criados de maneira geral, o que não possui ferramentas específicas para atendimento do cliente ou organização.

Em resumo, o aplicativo por oferecer uma colaboração eficiente entre as áreas envolvidas no comissionamento, possibilita o compartilhamento de informações, entre os membros, em tempo real, promovendo a facilidade da comunicação.

A gestão das tarefas e prazos auxilia no acompanhamento do progresso das atividades, identificando os atrasos e mitigando os impactos no cronograma, de maneira ágil.

Além disso, com a compilação dos registros de pendências com atribuições dos responsáveis, é possível monitorar o status da resolução dos desvios mapeados.

Por fim, os relatórios gerados na plataforma se tornam um registro histórico do projeto.

7 CONCLUSÃO

Conclui-se a partir desse trabalho, que o uso da plataforma e suas ferramentas apresentadas, auxilia os times envolvidos no projeto quanto a otimização da eficiência, organização, simplificação de processos, economia de tempo e comunicação da fase de comissionamento de projetos, permitindo um melhor controle das atividades e entrega dos equipamentos em operação plena.

Além disso, com a simplificação do processo de aplicação de *checklists* e criação de pendências, foi possível observar a redução da demanda dos responsáveis que

anteriormente, através do método convencional, eram demandados a diversas atividades de atualizações de planilhas e pastas que continham documentos e informações importantes.

Ademais, foi observado durante o uso da plataforma que a mesma possuía problemas quanto ao acesso à rede de internet em locais produtivos de fábricas, devido às interferências de diversos dispositivos dos equipamentos. Sendo assim, foi realizado ajustes no aplicativo para que a plataforma pudesse ser utilizada no modo offline e depois de realizada as tarefas nesse modo, é necessário que o usuário realize a sincronização das informações em um local com rede de internet.

REFERÊNCIAS

ARANTES, E. et al. **Gerenciamento de Projetos**. [s.n]. Brasil, 2008.

CANDIDO, Roberto. **Gerenciamento de projetos**. Roberto Candido ... [et al.]. Curitiba: Aymar, 2012. - (Série UTFinova).

LARSON, E. W.; GRAY, C. F. **Gerenciamento de Projetos**. 4. ed. [s.l.] McGraw Hill Brasil, 2009.

MARTINS, L. **Gestão Profissional de Projetos**. [s.n]. Brasil, 2003.

NASCIMENTO, Wagner Cândido. **Processo de comissionamento para projetos industriais**. Belo Horizonte: Faculdade Internacional Signorelli, 2014.

PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE. **Um Guia do Conhecimento em Gerenciamento de Projetos (PMBOK® Guide)**. 6. ed. Project Management Institute, 2017.

SCOTTMADDEN, INC. **Project Controls: Managing and Controlling Large Projects**. Atlanta: Jan/2009. Disponível em: <http://scottmadden.com/insight/267/Project-Controls.html> Acesso em 03 jun. 2009.

VARGAS VIANA, R. **Gerenciamento de Projetos: estabelecendo diferenciais competitivos**. 7. ed. Rio de Janeiro: Brasport, 2009.

VICENTINO, C. **História Geral**. São Paulo: Scipione, 1997.